

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

Rec'd PCT/PTO 15 JUL 2004



REC'D 25 FEB 2003	
WIPO	PCT

**10/500466****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

102 29 708.8

**Anmeldetag:**

02. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:**

König &amp; Bauer Aktiengesellschaft, Würzburg/DE

**Bezeichnung:**Verfahren und Vorrichtung zur Verminderung von  
Schwingungen an rotierenden Bauteilen**IPC:**

F 16 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 12. Februar 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
 Im Auftrag

**PRIORITY  
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Hoß

**BEST AVAILABLE COPY**

## Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zur Verminderung unerwünschter Schwingungen an mindestens einem rotierenden Bauteil wird mit mindestens einem Aktuator der unerwünschten Schwingung entgegengewirkt. Hierzu wird der Aktuator mit Signalen beaufschlagt, wobei die erforderliche Abfolge der Signale und/oder deren Höhe in einer Abhängigkeit von der Drehwinkellage des rotierenden Bauteils vorgehalten werden.

## Beschreibung

### Verfahren und Vorrichtung zur Verminderung von Schwingungen an rotierenden Bauteilen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verminderung von Schwingungen an rotierenden Bauteilen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, 5, 12, 25 oder 26 bzw. 31.

Durch die EP 0 956 950 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum aktiven Unterdrücken von Schwingungen bekannt, wobei Ausgleichskräfte in Abhängigkeit von den gemessenen Kräften z. B. auf Walzen aufgebracht werden. Die Frequenz für die Beaufschlagung der Kraft wird laufend u. a. aus der aktuellen Drehzahl bestimmt, die Phase und Amplitude aus Messungen von Wegsignalen eines Abstandssensors.

Die EP 03 31 870 A2 offenbart eine Einrichtung zum Lagern von Zylindern, wobei Zapfen eines Zylinders in zwei in axialer Richtung des Zylinders nebeneinander angeordneten Lagern gelagert sind. Mittels Druckmittelzylindern können die Lager einzeln senkrecht zur Rotationsachse bewegt werden um beispielsweise eine Durchbiegung zu kompensieren.

In der WO 01 50 035 A1 wird ein Verfahren zur Kompensation von Schwingungen rotierender Bauteile offenbart, wobei in ein Aktuator im Bereich einer Mantelfläche des rotierenden Bauteils angeordnet ist, und bei einer Aktivierung in Abhängigkeit von der Drehwinkellage des rotierenden Bauteils der Schwingung mit einer Kraftkomponente in axialer Richtung entgegenwirkt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verminderung von Schwingungen an rotierenden Bauteilen zu schaffen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1, 5, 12 bzw. 25 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass mit geringem Aufwand eine Möglichkeit geschaffen wurde, Schwingungen wirksam zu vermindern. Die Verminderung der Schwingung kann während der laufenden Produktion aktiv erfolgen.

Die Korrelation der zu ergreifenden Gegenmaßnahme mit der Drehwinkellage ist von besonderem Vorteil, da hiermit beispielsweise vielen der periodisch wiederkehrenden Störungen, wie z. B. Unsymmetrien, Oberflächenfehler, Kanäle und andere Unterbrechungen an der Mantelfläche, Unwucht, entsprochen wird.

Die Verfahrensweise ermöglicht ein Entgegenwirken einer Anregung bzw. Schwingung im Moment des Entstehens, ohne dass zunächst eine negative Auswirkung festgestellt und verarbeitet wird, bevor eine zweckmäßige Maßnahme ergriffen wird. Sowohl der auf den Drehwinkel bezogene Verlauf der Maßnahme als auch deren Größe ist in bevorzugter Ausführung vorgehalten.

Eine kontinuierliche Messung und Weiterverarbeitung von Daten zu Schwingungen oder Verformungen kann entfallen.

Besonders wenn zwei oder mehr Zylinder zusammen wirken – wie z. B. bei Druckeinheiten für den sog. „Gummi-gegen-Gummi-Druck“ – und ein oder mehrere der Zylinder Störungen an ihren Mantelflächen oder Unwuchten (Unsymmetrien) aufweisen, wirkt die Verfahrensweise dem Entstehen von Schwingungen bereits entgegen und hilft somit ein „Aufschaukeln“ des gesamten Systems zu vermeiden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im

folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für das Verfahren und die Vorrichtung zur Verminderung von Schwingungen;
- Fig. 2 exemplarische Verläufe einer Abhängigkeit eines Signals für einen Aktuator von einer Drehwinkellage eines Zylinders (a: diskret; b: stetig);
- Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für das Verfahren und die Vorrichtung;
- Fig. 4 eine Ausführungsvariante für das zweite Ausführungsbeispiel;
- Fig. 5 Ausführungsbeispiele a), b) für das Verfahren und die Vorrichtung an einer Druckeinheit mit vier Zylindern.

Ein rotierendes Bauteil 01, z. B. ein Zylinder 01 oder eine Walze 01 einer Rotationsdruckmaschine, ist zwischen zwei Seitengestellen 02; 03 drehbar gelagert. Hierzu weist der Zylinder 01 z. B. jeweils stirnseitig in Lagern 04; 06 gelagerte Zapfen 07; 08 auf. Der Zylinder 01 weist z. B. eine Länge von 1350 bis 1550 mm und einen Durchmesser von z. B. 450 bis 700, insbesondere von 500 bis 600 mm auf. Der Zylinder 01 weist ein Verhältnis zwischen Länge L01 und Durchmesser D01 von 6 bis 12, insbesondere zwischen 7 und 11 auf.

Während der Rotation können ungewünschte Schwingungen des Zylinders 01 auftreten, welche z. B. durch Unrundheiten, Unsymmetrien oder aber durch Abrollen auf einem weiteren rotierenden Bauteil – ggf. ebenfalls mit einer Unsymmetrie behaftet – verursacht sein können. Insbesondere stellen z. B. ein oder mehrere axial auf der Mantelfläche

verlaufende Kanäle 09 für die Befestigung von nicht dargestellten Aufzügen, oder aber Stöße von Aufzugenden, während der Rotation periodisch auftretende Störungen 09 dar, welche den Zylinder 01 zu den unerwünschten Schwingungen anregt. Den genannten Störungen 09 gemeinsam ist, dass diese für eine bekannte, stationäre Betriebssituation in gleicher oder zumindest ähnlicher Weise und Größenordnung auftreten. Eine Momentaufnahme des Zylinders 01 z. B. am Wendepunkt der Schwingung ist stark überzeichnet in Fig. 1 strichliert dargestellt.

Zur Verminderung der unerwünschten Schwingungen ist dem Zylinder 01 mindestens ein Aktuator 10; 11 zugeordnet, mittels welchem der Schwingung entgegengewirkt werden kann. Der Aktuator 10; 11 wird hierzu mit Signalen S beaufschlagt, deren Abfolge und/oder deren Höhe in einer Abhängigkeit von einer Drehwinkellage  $\Phi$  des rotierenden Bauteils vorgehalten wird. Die Drehwinkellage  $\Phi$  des Zylinders 01 ist z. B. entweder aus einer nicht dargestellten Maschinensteuerung oder durch einen nicht dargestellten, den Zylinder 01 antreibenden winkelgeregelten Elektromotor bekannt, oder aber sie wird mittels eines Sensors am Zylinder 01 ermittelt.

Fig. 2 zeigt beispielhafte Darstellungen für den Verlauf und die Höhe der z. B. in einer Steuer- bzw. Speichereinrichtung 12 (oder in einer Schaltung) hinterlegten bzw. vorgehaltenen Signale S in Abhängigkeit von der Drehwinkellage  $\Phi$ . Die dargestellte, und sich periodisch wiederholende Periodenlänge kann bei Vorliegen einer einzigen Störung 09 beispielsweise eine Umdrehung ( $2\pi$  bzw.  $360^\circ$ ) in Umfangsrichtung, oder bei mehreren, symmetrisch angeordneten, vergleichbaren Störungen 09 z. B. ein ganzzahliger Teil der Umdrehung (z. B.  $180^\circ$ ,  $120^\circ$  etc.) sein. Der Aktuator wird während einer stationären Betriebssituation periodisch wiederkehrend mit der vorgehaltenen Abfolge bzw. Höhe des Signals S beaufschlagt. Die Abhängigkeit  $S(\Phi)$  kann als diskrete Impulse (a) oder als innerhalb einer Periode stetig verlaufende Funktion (b) hinterlegt sein. Das Signal S ist direkt mit der Drehwinkellage  $\Phi$  korreliert. Für unterschiedliche Betriebssituationen, wie z. B. verschiedene Drehzahlbereiche, unterschiedliche Aufzüge

oder andere die Charakteristik bestimmende Größen, können verschiedene Abhängigkeiten hinterlegt sein. So können beispielsweise in der Nähe von Drehzahlen der Resonanzfrequenz der Anregung des Zylinders 01 höhere Niveaus gefordert sein als in anderen Bereichen. Diese Abhängigkeiten können auch mathematisch miteinander verbunden oder in anderer Weise erzeugbar sein. So kann für annähernd dieselben Konfigurationen der Verlauf zwar gleich, die absolute Höhe jedoch mit der vorliegenden Winkelgeschwindigkeit  $d\phi/dt$ , als Offset oder spreizend, korreliert sein.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 wirkt jeweils ein Aktuator 10; 11 auf jeweils einen der Zapfen 07; 08, indem eine Koppel 13; 14 z. B. den Zapfen 07; 08 über ein Lager 16; 17 umfaßt. In vorteilhafter Ausführung greift die Koppel 13; 14 an einem Teil der Zapfen an, welcher auf der vom Zylinder 01 abgewandten Seite des Lagers 04; 06 über dieses hinausragt. Über die Steuereinrichtung 12 wird nun dem strichliert dargestellten Verlauf des Zylinders 01 und Zapfen 07; 08 entgegengewirkt, in dem in geeigneten Drehwinkellagen  $\phi$  entsprechende Signale S, oder kontinuierlich mit einem stetigen Verlauf, der Aktuator 10; 11 eine Gegenkraft (positiv oder negativ) auf den Zapfen aufbringt. Das Signal beinhaltet die Höhe und, wenn erforderlich, die Richtung der durch den Aktuator aufzubringenden Gegenkraft. Die Lager 04; 06 stellen für die Zapfen 07; 08 eine Klemmstelle dar. Über den einen Hebelarm darstellenden Teil des Zapfens 07; 08 wird ein Biegemoment in den Zylinder 01 eingeleitet. Es kann zwar prinzipiell ein Aktuator 10; 11 für den Zylinder 01 ausreichend sein, vorteilhaft ist jedoch die Anordnung von zwei Aktuatoren 10; 11, jeweils im Bereich eines Zapfens 04; 06.

Der Aktuator 10; 11 kann insbesondere als Piezoelement 10; 11 ausgeführt sein. Das Signal S steuert hier beispielsweise die Spannung aus einer nicht dargestellten Spannungsquelle, welche am Piezoelement 10; 11 anzuliegen hat. Anstelle des Signals S kann dem Aktuator auch direkt eine entsprechende Spannung zugeführt werden, welche in diesem Fall bereits durch die Steuereinrichtung 12 bereitgestellt wird. Als Aktuatoren 10; 11 kommen jedoch auch andere Einrichtungen, z. B. auf Magnetkraft basierende oder

hydraulische Einheiten in Frage.

Je Umdrehung des Zylinders 01 wird der bzw. werden die Zapfen 07; 08 des Zylinders 01 zumindest einmal mit einer äußeren Kraft bzw. einem Kraftimpuls gezielt beaufschlagt oder erfahren zumindest einmal je Umdrehung eine Änderung in der von außen gezielt aufgebrachten Kraft.

Der Zylinder 01, z. B. als Formzylinder 01, wirkt z. B. mit einem zweiten rotierenden Bauteil 18, beispielsweise einem zweiten Zylinder 18 wie z. B. einem Übertragungszyylinder 18, zusammen, welcher ebenfalls eine oder mehrere axial verlaufende Störungen 19 auf seiner Mantelfläche aufweisen kann. Er kann jedoch auch ohne Störung 19 ausgeführt sein. Die Ansteuerung der Aktuatoren 10; 11 erfolgt nun beispielsweise in der o. g. Weise derart, dass insbesondere auch die Anregung der Schwingung beim Durchgang der Störungen 09; 19 gedämpft wird. Beim Durchgang kann z. B. gleichzeitig ein entsprechender Impuls über das Signal S auf den Zapfen 07; 08 gegeben werden. Ein großer Vorteil an dieser Verfahrensweise ist, dass das Signal S bzw. die Gegenkraft vorgehalten wird, und daher zum Zeitpunkt der Anregung einer potentiellen Schwingung die Gegenkraft oder ein Stellweg bereits beaufschlagbar ist. Es wird nicht erst eine negative Auswirkung gemessen um eine geeignete Reaktion einzuleiten.

Die Zylinder 01; 18 sind z. B. zum An- bzw. Abstellen bzw. zur Variation der Anstellung in allen Beispielen vorzugsweise bzgl. ihrer Rotationsachsen im Abstand zueinander veränderbar gelagert. Hierzu ist mindestens einer der Zylinder, z. B. der Zylinder 01 z. B. in den als Exzenterlager 04; 06 ausgeführten Lagern 04; 06 gelagert. Er kann jedoch auch schwenkbar an Hebeln oder auch in einer Linearführung geführt sein.

In einem zweiten Ausführungsbeispiel (Fig. 3) ist der Zylinder 01 bewegbar gelagert. Der Aktuator 10; 11 greift z. B. am Lager 04; 06 selbst an, welches entweder im Seitengestell



02; 03 bewegbar, oder aber beispielsweise als Exzenterlager (z. B. Drei- oder Vierringlager) ausgeführt ist. Durch den Aktuator 10; 11 ist der Zylinder 01 entsprechend der Signale S in einer Bewegungsrichtung verschiebbar, welche im wesentlichen senkrecht zur Rotationsachse des Zylinders 01 steht. Die Bewegung weist zumindest eine Komponente zu einem zusammen wirkenden Zylinder 18 hin, bzw. von diesem weg, auf. Der Zylinder 01, z. B. als Formzylinder 01, wirkt z. B. wieder mit dem zweiten Zylinder 18 zusammen, welcher keine, eine oder mehrere Störungen 19 auf seiner Mantelfläche aufweist. Die Ansteuerung der Aktuatoren 10; 11 erfolgt wie bereits für das erste Ausführungsbeispiel dargelegt. Hierbei kann das Signal S eine Information über den Stellweg enthalten. Eine Anregung beim Durchgang der Störung und/oder ein „Nachschwingen“ des Zylinders 01 kann so, je nach hinterlegtem Verlauf des Signals S, wirksam vermindert werden.

In einer Ausführungsvariante (Fig. 4) wirkt der Aktuator 10; 11 nicht direkt auf den Zylinder 01 bzw. dessen Zapfen 07; 08, sondern auf einen eine Druck-An-Stellung begrenzenden Anschlag 21, welcher je nach Zustand des Aktuator 10; 11 die Bewegung des Zylinders 01 in den Grenzen des durch das Signals S vorgegebenen Stellweges erlaubt. Der Gegenanschlag 22 wird i. d. R. in Druck-An-Stellung z. B. mittels eines das Lager 04; 06 verdrehenden Stellmittels mit einer Kraft F, z. B. mittels eines nicht dargestellten Druckmittelzylinders an den Anschlag 21 gestellt. So kann beispielsweise bei Durchgang der Störung 09; 19 eine Entlastung durch Ausfahren des Anschlages 21 entgegen der erfolgen, und so die Anregung der Schwingung gedämpft bzw. unterdrückt werden. Im Beispiel ist der Anschlag 21 zwar in Verbindung mit einem Exzenterlager 04; 06 dargestellt, die Verfahrensweise ist jedoch in der gleichen Weise auf Linearlager oder Lager in verschwenkbaren Hebeln zu übertragen.

Von großem Vorteil ist, wie in Fig. 5 dargestellt, der Einsatz der beschriebenen Verfahrensweise in Druckeinheiten, wobei zwei Paare, jeweils ein Formzylinder 01 und ein Übertragungszylinder 01 eine Doppeldruckstelle für eine zwischen den

Übertragungszyklindern 18 hindurchgeführte und zu bearbeitende Bahn 23, z. B. eine zu bedruckende Bedruckstoffbahn 23, bilden. Die Zylinder 01; 18 weisen beispielsweise alle einen Umfang auf, welcher im wesentlichen der Länge einer Druckseite, z. B.

Zeitungssseite, entspricht. Die Länge L01 der Ballen entspricht z. B. im wesentlichen der vierfachen Breite von vier nebeneinander angeordneten Druckseiten, z. B.

Zeitungsbreiten. In diesem Fall weisen die Zylinder 01 und/oder 18 in Umfangsrichtung jeweils einen Kanal 09 und/oder 19 auf. Die Abmessungen der Zylinder 01; 18 können jedoch auch derart sein, dass in Umfangsrichtung im wesentlichen zwei Längsseiten, und in Längsrichtung sechs oder gar acht Seitenbreiten einer Druckseite, z. B. Zeitungssseite, anordenbar sind. In diesem Fall können beispielsweise zwei Kanäle 09 und/oder 19 am Umfang der Zylinder 01 und/oder 18 angeordnet sein.

Wie in Fig. 5 a) dargestellt, ist bereits die Ausrüstung und die entsprechende Verfahrensweise für einen der Übertragungszyklinder 18 denkbar, um wirksam die Schwingungen im Bereich der Druckstelle zu vermindern. Es wird erreicht, dass zumindest die Anregungen in unmittelbarer Nähe zur zu bedruckenden Bahn 23 vermindert werden. Die Phase der Störungen 09; 19 ist derart angeordnet, dass die benachbarten Störungen 09; 19 jeweils aufeinander abrollen.

In Fig. 5, a) ist strichliert eine vorteilhafte Variante dargestellt, wobei ein Formzylinder 01 und ein Übertragungszyklinder 18 in der entsprechenden Verfahrensweise betrieben werden. Die Ausführung mit Aktuator 10; 11 ist bevorzugt an nichtbewegten Zylindern 01; 18 angeordnet.

Sind lediglich an den Formzylindern 18 derartige Störungen 19 vorhanden, oder ist beabsichtigt, in der Hauptsache die Schwingungen an der Nippstelle zwischen Form- 01 und Übertragungszyklinder 18 zu vermindern, so ist es von Vorteil sein, lediglich die beiden Formzylinder 18 mit der beschriebenen Vorrichtung auszuführen und in der genannten Verfahrensweise zu betreiben (Fig. 5 b).). In diesem Fall kann ggf. am Formzylinder 01

die Gegenkraft überhöht werden, um ein paralleles Schwingen der beiden zusammenwirkenden Zylinder 01; 18 zu erreichen.

Vorteilhaft ist die Anordnung an Zylindern 01; 18, welche nicht zur An- und Abstellung bewegt werden müssen. Es ist jedoch aber auch möglich, beispielsweise lediglich die beiden Übertragungszyylinder 18, oder auch alle Zylinder 01; 18 mit der Vorrichtung auszuführen.

Die anhand einer Gummi-gegen-Gummi-Druckeinheit dargestellten Lösungen sind selbstverständlich auch auf Druckeinheiten anzuwenden, welche einen Satellitenzylinder aufweisen, wie z. B. Neunzylinder- oder Zehnzylinder-Druckeinheiten.

Die Verfahrensweise ist auch auf andere Bearbeitungsmaschinen anwendbar, in welchen mittels rotierender Bauteile Materialien möglichst exakt transportiert und/oder bearbeitet werden sollen. Insbesondere ist die Verfahrensweise und die Vorrichtung von Vorteil, wenn das rotierende Bauteil 01 auf seiner Mantelfläche eine Störung 09; 19, eine Unwucht aufgrund von Fertigung oder Unsymmetrien aufweist, und/oder mit einem zweiten Rotationskörper 18 zusammenwirkt, welcher eine der genannten Eigenschaften aufweist.

Die Verfahrensweise für das gesamte Verfahren ist wie folgt:  
Zunächst wird ein Verlauf der unerwünschten Schwingung in Abhängigkeit von der Drehwinkellage  $\Phi$  für eine bestimmte Konfigurierung und/oder Betriebsweise bestimmt. Dies kann durch einen zusätzlichen, jedoch nicht dargestellten Sensor erfolgen. In einer vorteilhaften Ausführung findet der Aktuator 10; 11 gleichzeitig als Sensor Verwendung, wie die z. B. im Falle eines Piezoelementes 10; 11 möglich ist.

Anschließend wird empirisch und/oder durch theoretische Ableitung mit Hilfe dieser Abhängigkeit ein von der Drehwinkellage  $\Phi$  abhängiger Verlauf einer geeigneten

Gegenkraft bzw. eines Stellweges in der Weise ermittelt, dass die Anregung selbst und/oder die Schwingung wirksam unterdrückt wird. Für diese Betriebsweise wird der Verlauf der Schwingung selbst und/oder der Verlauf der ermittelten Gegenkraft bzw. des Stellweges in der Speichereinheit 12 abgelegt.

Der ermittelte Verlauf bzw. die Höhe kann nun auch für andere Betriebsweisen bzw. Konfigurationen verwendet werden, wenn die Toleranzen im fertigen Produkt, der Maschinenbelastung etc. dies zulassen. Das rotierende Bauteil wird während dieser vergleichbaren stationären Betriebssituationen periodisch wiederkehrend mit den gewonnenen und vorgehaltenen Signalen entsprechend dem Verlauf der ermittelten Gegenkraft bzw. des Stellweges beaufschlagt.

Im anderen Fall wird der geschilderte Vorgang für verschiedene praxisrelevante Betriebsweisen/Konfigurationen durchgeführt, und die entsprechende Abhängigkeit  $S(\Phi)$  zusammen mit den die Betriebsweise/Konfiguration charakterisierenden Größen abgelegt. Diese Abhängigkeiten  $S(\Phi)$  können für die gewünschte Produktion jeweils abgerufen und in der beschriebenen Weise zur Verminderung der Schwingungen eingesetzt werden.

Für die Verfahrensweise während der Produktion ist somit keine ständige Ermittlung aktueller Größen zur Charakterisierung der Schwingung unbedingt erforderlich. Die Verfahrensweise arbeitet schnell und effektiv, da die zu ergreifende Maßnahme bereits vor Eintritt des Ereignisses (Störung, Schwingung) vorgehalten wird.

In einer anderen Ausführung kann jedoch die erforderliche Amplitude und/oder die Phase (bzw. der Zeitpunkt) für die Aufbringung des Signals  $S$  (für die zu beaufschlagenden Kraft bzw. des Kraftimpulses bzw. die zeitliche Abfolge) in Abhängigkeit zu einer von der Drehwinkellage  $\Phi$  verschiedenen Meßgröße, z. B. einer aktuellen Weg- oder Kraftmessung am Zylinder 01 oder dessen Zapfen 04; 06, erfolgen. Es kann auch eine gemischte Form des Verfahrens vorteilhaft sein, wobei zwar ein Grundmuster und eine

Basiskraft anhand vorzuehaltener, z. B. winkellageabhaengeriger, Daten vorgegeben, jedoch eine Anpassung von Hoehe und Zeitpunkt anhand anderer ermittelter Meßwerte vorgenommen wird.

In einer vorteilhaften, weil einfachen Ausfuehrung wird je auf dem Zylinder 01; 18 in Umfangsrichtung angeordnetem Kanal pro Umdrehung lediglich eine aeußere Anregung, d. h. ein Signal S bzw. ein Kraftimpuls (z. B. puls-, rampen-, dreiecks- oder deltafoermig) dem Zylinder 01; 18 bzw. den Zapfen 04; 06 aufgepraegt. Die durch diesen einen Kraftimpuls (pro Kanal und pro Umdrehung) angeregte Schwingung bildet eine negative Interferenz zur durch den Kanal 09; 19 bzw. eine Unterbrechung 09; 19 angeregte Schwingung wenn die relative Winkellage  $\Phi$  zwischen Kanalanzuegung und aeußerem Kraftimpuls geeignet gewaehlt und die Amplitude entsprechend ist.

**Bezugszeichenliste**

- 01 rotierendes Bauteil, Zylinder, Formzylinder
- 02 Seitengestell
- 03 Seitengestell
- 04 Lager
- 05 -
- 06 Lager
- 07 Zapfen
- 08 Zapfen
- 09 Störung, Kanal, Unterbrechung
- 10 Aktuator, Piezoelement
- 11 Aktuator, Piezoelement
- 12 Steuereinrichtung
- 13 Koppel
- 14 Koppel
- 15 -
- 16 Lager
- 17 Lager
- 18 rotierendes Bauteil, Zylinder, Übertragungszylinder
- 19 Störung, Kanal
- 20 -
- 21 Anschlag
- 22 Gegenanschlag
- 23 Bahn, Bedruckstoffbahn

D01 Durchmesser (01)

L01 Länge (01)

F Kraft  
S Signal

$\Phi$  Drehwinkellage  
 $d\Phi/dt$  Winkelgeschwindigkeit

## Ansprüche

1. Verfahren zur Verminderung unerwünschter Schwingungen an mindestens einem rotierenden Bauteil (01; 18) mit mindestens einem Aktuator (10; 11), mittels welchem einer unerwünschten Schwingung entgegengewirkt wird, indem der Aktuator (10; 11) mit Signalen (S) beaufschlagt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die erforderliche Abfolge der Signale (S) und/oder deren Höhe in einer Abhängigkeit von der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) des rotierenden Bauteils vorgehalten werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Signal (S) die Höhe und die Richtung einer durch den Aktuator (10; 11) aufzubringenden Gegenkraft beinhaltet.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Signal (S) die Größe und die Richtung eines erforderlichen Stellweges beinhaltet.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass während einer stationären Betriebssituation der Aktuator (10; 11) periodisch wiederkehrend mit der vorgehaltenen Abfolge bzw. Höhe beaufschlagt wird.
5. Verfahren zur Verminderung unerwünschter Schwingungen an mindestens einem rotierenden Bauteil, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verlauf der unerwünschten Schwingung in Abhängigkeit von der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) bestimmt wird, dass mit Hilfe dieser Abhängigkeit ein von der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) abhängiger Verlauf einer Gegenkraft ermittelt wird, dass der Verlauf der Schwingung und/oder der ermittelten Gegenkraft in einer Speichereinheit (12) abgelegt, und das rotierende Bauteil (01; 18) während einer stationären Betriebssituation periodisch wiederkehrend mit Signalen (S) entsprechend dem Verlauf der ermittelten Gegenkraft beaufschlagt wird.



6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das rotierende Bauteil (01; 18) über mindestens einen Aktuator (10; 11) mit der Gegenkraft beaufschlagt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 4 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Beaufschlagung des Aktuators (10; 11) während der Produktion ohne das zwingende Erfordernis einer ständigen Ermittlung aktueller Größen zur Charakterisierung der Schwingung erfolgt.
8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) zumindest mittelbar auf einen in einem Seitengestell (02; 03) gelagerten Zapfen (07; 08) des rotierenden Bauteils (01; 18) wirkt.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Aktuators (10; 11) in Abhängigkeit seines Zustandes eine Lage und/oder Form einer axialen Biegelinie des Zapfens (07; 08) verändert wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) auf einer vom rotierenden Bauteil (01; 18) abgewandten Seite des Lagers (04; 06) liegenden Teil des Zapfens (07; 08) wirkt, und dass das Lager (04; 06) als Klemmstelle für eine Biege- oder Hebelbeanspruchung wirkt.
11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) in Abhängigkeit seines Zustandes die Lage des Zapfens (07; 08) innerhalb einer Ebene senkrecht zur Rotationsachse des rotierenden Bauteils (01; 18) verändert.
12. Verfahren zur Verminderung unerwünschter Schwingungen an mindestens einem, mit Zapfen (07; 08) an beiden Enden drehbar in Lagern (04; 06) gelagerten rotierenden Bauteil (01, 18), wobei mittels mindestens eines Aktuators (10; 11) in

Abhängigkeit seines Zustandes eine Lage und/oder Form einer axialen Biegelinie des Zapfens (07; 08) verändert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) mit einem von einer Drehwinkellage ( $\Phi$ ) des Zylinders (01; 18) abhängigen Signal (S) für die Erzeugung einer Gegenkraft beaufschlagt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) mit mindesten einer Komponente in radialer Richtung auf den Zapfen (07; 08) wirkt.
14. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) auf einer vom rotierenden Bauteil (01; 18) abgewandten Seite des Lagers (04; 06) liegenden Teil des Zapfens (07; 08) wirkt
15. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Signal (S) dem Aktuator (10; 11) periodisch beaufschlagt wird.
16. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein von der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) abhängiger Verlauf des Signals (S) vorgehalten wird.
17. Verfahren nach Anspruch 4, 5 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Periodenlänge einer vollen Umdrehung des rotierenden Bauteils (01; 18) oder einem Quotienten aus einer Umdrehung und einer ganzen Zahl entspricht.
18. Verfahren nach Anspruch 2, 5 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkraft als diskreter Impuls oder mehrere diskrete Impulse aufgebracht werden.
19. Verfahren nach Anspruch 2, 5 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Gegenkraft als innerhalb einer Periode stetig verlaufende Funktion aufgebracht wird.
20. Verfahren nach Anspruch 2, 3, 5 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die

Gegenkraft und/oder der Stellweg direkt mit der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) korreliert wird.

21. Verfahren nach Anspruch 4 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgehaltene Abhängigkeit ermittelt wird, indem zunächst ein Verlauf der unerwünschten Schwingung in Abhängigkeit von der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) des rotierenden Bauteils (01; 18) bestimmt wird, dass mit Hilfe dieser Abhängigkeit ein von der Drehwinkellage ( $\Phi$ ) abhängiger Verlauf für die Gegenkraft ermittelt, und der Verlauf der Schwingung und/oder der ermittelten Gegenkraft in einer Speichereinheit abgelegt wird.
22. Verfahren nach Anspruch 5 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass der unerwünschten Verlauf der Schwingung mit mindestens einem Sensor ermittelt wird.
23. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) als Sensor verwendet wird und umgekehrt.
24. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass als Aktuator (10; 11) bzw. Sensor ein Piezoelement (10; 11) verwendet wird.
25. Verfahren zur Verminderung unerwünschter Schwingungen an mindestens einem rotierenden Bauteil (01; 18) wobei einer unerwünschten Schwingung entgegengewirkt wird, indem eine Beaufschlagung mit einer veränderlichen Kraft erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Zapfen (04; 06) des rotierenden Bauteils (01; 18) wenigstens einmal je Umdrehung mit einem Kraftimpuls gezielt beaufschlagt wird.
26. Verfahren zur Verminderung unerwünschter Schwingungen an mindestens einem, mit Zapfen (07; 08) an beiden Enden drehbar in Lagern (04; 06) gelagerten rotierenden Bauteil (01, 18), wobei mittels mindestens eines Aktuators (10; 11) in Abhängigkeit seines Zustandes eine Lage und/oder Form einer axialen Biegelinie des

Zapfens (07; 08) verändert wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (10; 11) mit einem von einer die Schwingung charakterisierenden Messung abhängigen Signal (S) für die Erzeugung einer Gegenkraft oder eines Kraftimpulses beaufschlagt wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass der Zapfen (07; 08) mit einem von außen aufgeprägter Kraftimpuls zusätzlich zu den durch die Schwingung hervorgerufenen Kräften bzw. die Schwingung bedingenden Impulsen beaufschlagt wird.
28. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass je auf dem Zylinder (01; 18) in Umfangsrichtung angeordneten Störung (09; 19) pro Umdrehung lediglich eine äußere Anregung, insbesondere in Form eines Kraftimpulses, aufgeprägt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Form und/oder Dauer des aufgeprägten Kraftimpulses einer Anregung nachempfunden wird, welche durch das Abrollen einer auf dem Umfang des Zylinders (01; 18) angeordneten Störung (09; 19) auf einem zweiten Zylinder (18; 01) entsteht.
30. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft bzw. der Kraftimpuls dem Zapfen (04; 06) auf einer vom Zylinder (01; 18) abgewandten Seite eines die Zapfen (04; 06) aufnehmenden Lagers (04; 06) aufgeprägt wird.
31. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, 5, 12, 25 oder 26 dadurch gekennzeichnet, dass das rotierende Bauteil (01; 18) als ein erster Zylinder (01) einer Druckmaschine ausgeführt ist.
32. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass der Zylinder ein

Verhältnis zwischen einer Länge (L01) und einem Durchmesser (D01) seines Ballens aufweist, welches zwischen 11 und 7 liegt.

33. Vorrichtung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Zylinder (01) in einer Druck-An-Stellung mit mindestens einem zweiten Zylinder (18) als erstes Paar zusammen wirkt.
34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass lediglich einer der beiden Zylinder (01; 18) einen mit dem Signal (S) beaufschlagbaren Aktuator (10; 11) aufweist.
35. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paare mit insgesamt vier Zylindern (01; 18) zwischen den Innenliegenden Zylindern (18) eine Doppeldruckstelle bilden, und dass lediglich die beiden außen liegenden Zylinder (01) einen mit jeweils einem Signal (S) beaufschlagbaren Aktuator (10; 11) aufweisen.
36. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paare mit insgesamt vier Zylindern (01; 18) zwischen den Innenliegenden Zylindern (18) eine Doppeldruckstelle bilden, und dass lediglich die beiden die Druckstelle bildenden Zylinder (18) einen mit jeweils einem Signal (S) beaufschlagbaren Aktuator (10; 11) aufweisen.
37. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paare mit insgesamt vier Zylindern (01; 18) zwischen den Innenliegenden Zylindern (18) eine Doppeldruckstelle bilden, und dass ein innenliegender und ein außen liegender Zylinder (01; 18) einen mit jeweils einem Signal (S) beaufschlagbaren Aktuator (10; 11) aufweist.

38. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paare mit insgesamt vier Zylindern (01; 18) zwischen den innenliegenden Zylindern (01) eine Doppeldruckstelle bilden, und dass lediglich einer der beiden die Druckstelle bildenden Zylinder (01) einen mit jeweils einem Signal (S) beaufschlagbaren Aktuator (10; 11) aufweist.
39. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Paare mit insgesamt vier Zylindern (01; 18) zwischen den innenliegenden Zylindern (18) eine Doppeldruckstelle bilden, und dass alle vier Zylinder (01; 18) einen mit jeweils einem Signal (S) beaufschlagbaren Aktuator (10; 11) aufweisen,

The graph shows two periodic functions, labeled 'a)' and 'b)', plotted against an angle  $\phi$ . The vertical axis is labeled 'S'. The horizontal axis is labeled ' $\phi$ '. A horizontal line at the top is labeled ' $2\pi$ '. Curve 'a)' is a simple triangle. Curve 'b)' is a more complex, wavy function. A dashed line indicates a continuation of the curves.

Fig. 3

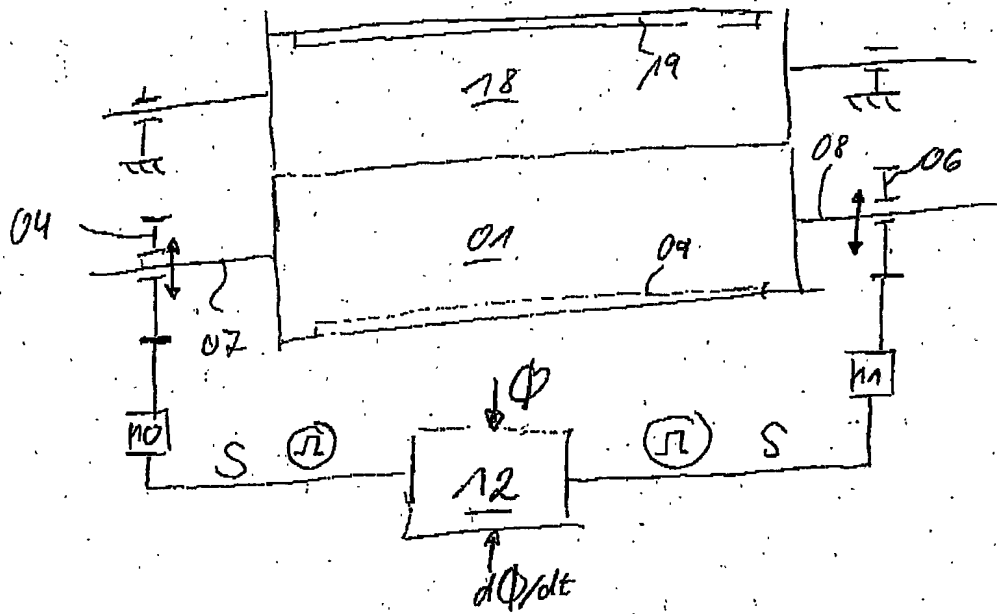
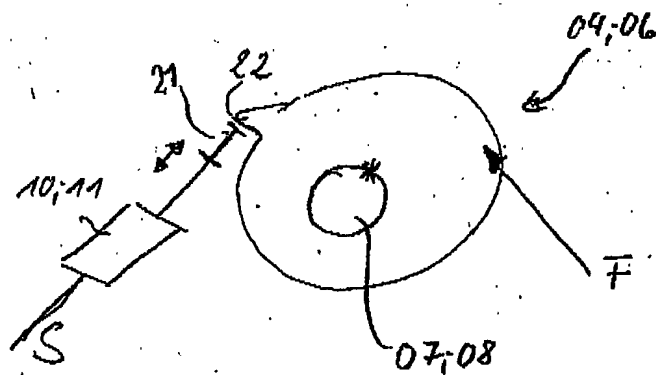
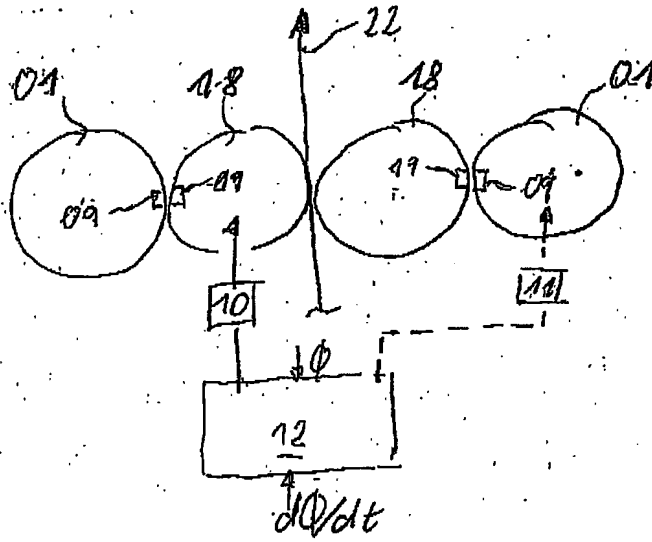


Fig. 4

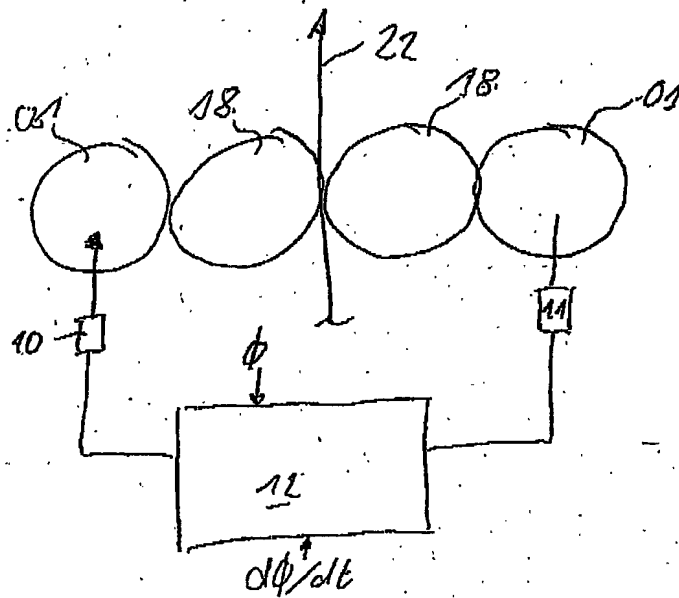






a)

Fig-5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**